

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-371891

(P2002-371891A)

(43) 公開日 平成14年12月26日 (2002. 12. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
F 0 2 D 41/14	3 1 0	F 0 2 D 41/14	3 1 0 P 3 G 0 1 8
	3 3 0		3 1 0 C 3 G 0 8 4
F 0 1 L 1/34		F 0 1 L 1/34	3 3 0 A 3 G 0 9 2
13/00	3 0 1	13/00	C 3 G 3 0 1
			3 0 1 K
審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 19 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-179630 (P2001-179630)

(22) 出願日 平成13年6月14日 (2001. 6. 14)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 杉山 孝伸

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72) 発明者 青山 俊一

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外3名)

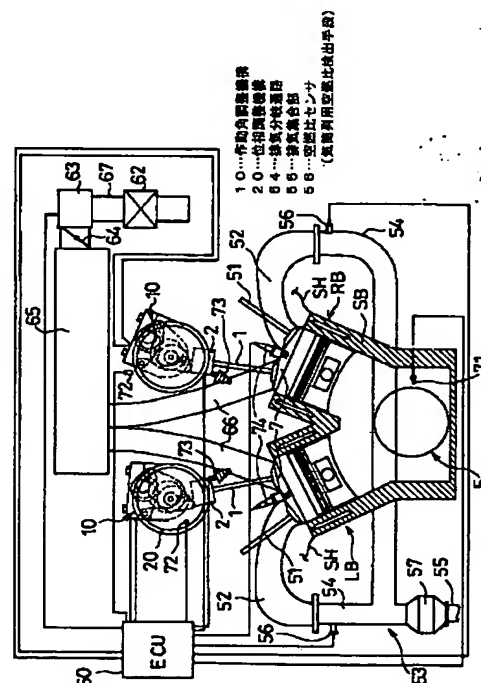
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置及び制御方法

(57) 【要約】

【課題】 空燃比センサ56の排気パラメータを利用して、左右バンクの吸気弁の作動角を精度良く補正する。

【解決手段】 吸気弁の作動角を連続的に調整可能な作動角調整機構10と、空燃比のフィードバック制御に用いられる排気パラメータを検出する空燃比センサ56と、を有する。基本燃料噴射量に対する燃料補正量を各バンク毎に算出し、空燃比のフィードバック制御中に、左右バンクで燃料補正量が実質的に等しくなるように、吸気弁の作動角を補正する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸気弁の作動角を連続的に調整可能な作動角調整機構と、
機関の空燃比をフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、
排気通路に配設され、上記空燃比フィードバック制御手段で用いられる排気パラメータを検出する空燃比検出手段と、

上記排気パラメータに基づいて、上記作動角を補正する作動角補正手段と、を有することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】 上記内燃機関が複数の気筒列を有し、
上記作動角調整機構及び空燃比検出手段が各気筒列毎にそれぞれ設けられ、
各気筒列毎に上記空燃比のフィードバック制御が行われることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項3】 上記空燃比検出手段が O_2 センサであり、

上記排気パラメータに基づいて、基本燃料噴射量に対する燃料補正量が各気筒列毎に算出され、
上記空燃比のフィードバック制御中に、複数の気筒列で燃料補正量が実質的に等しくなるように、上記作動角の補正が行われることを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項4】 上記複数の気筒列の作動角の大小を判定する気筒列判定手段を有し、
この気筒列判定手段により作動角が相対的に大きいと判定された気筒列の作動角が、所定の微量ずつ小作動角側へ補正されることを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項5】 上記気筒列判定手段は、吸気弁の開時期が下死点よりも進角している場合、上記燃料補正量が相対的に大きい気筒列の作動角が大きいと判定し、吸気弁の開時期が下死点よりも遅角している場合、上記燃料補正量が相対的に小さい気筒列の作動角が大きいと判定することを特徴とする請求項4に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項6】 上記空燃比検出手段が O_2 センサであり、

上記排気パラメータに基づいて、基本燃料噴射量に対する燃料補正量が各気筒列毎に算出され、
かつ、上記作動角の補正が行われる気筒列の吸気弁の作動角を、所定量または所定の値まで小作動角化する手段と、

この小作動角化された気筒列の燃料補正量と、予め設定された作動角-吸入空気量のテーブル又はマップと、に基づいて、この気筒列の作動角の補正量を算出する手段と、を有することを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項7】 上記空燃比検出手段が排気の実空燃比を検出するリニア型の空燃比センサであり、
上記空燃比のフィードバック制御が行われていない状態で、所定の気筒列の実空燃比と、予め設定された作動角-吸入空気量のテーブル又はマップと、に基づいて、この気筒列の作動角の補正量が算出されることを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項8】 上記空燃比のフィードバック制御が行われていない状態で、所定の気筒列の実空燃比と、予め設定された燃料噴射弁のバルス幅-燃料流量のテーブル又はマップと、に基づいて、この気筒列のバルス幅の補正量が算出され、
このバルス幅の補正量に基づいて、燃料流量を補正する手段を有することを特徴とする請求項7に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項9】 上記吸気弁の開時期が略下死点で、かつ、吸気弁の作動角が略 180° CAのとき、上記作動角の補正が行われることを特徴とする請求項6～8のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項10】 上記内燃機関が複数の気筒列を有し、
上記空燃比検出手段が、各気筒列の排気分岐通路の排気の実気筒列空燃比を検出する気筒列用空燃比検出手段と、
上記排気分岐通路が集合する排気集合部の排気の実集合空燃比を検出する集合空燃比検出手段と、を有し、
上記複数の気筒列で実気筒列空燃比が略等しくなるように、上記作動角が補正されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項11】 上記実気筒列空燃比に基づいて、複数の気筒列の作動角の大小を判定する気筒列判定手段を有し、
この気筒列判定手段により作動角が相対的に大きいと判定された気筒列の作動角を小作動角側へ補正した後、この補正前後の実集合空燃比が略等しくなるように、上記気筒列判定手段により作動角が相対的に小さいと判定された気筒列の作動角を、微量ずつ大作動角側へ補正することを特徴とする請求項10に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項12】 吸気弁の開時期が下死点より進角しており、かつ、吸気弁の開時期が略上死点の状態で、上記作動角の補正が行われ、

上記気筒列判定手段は、上記実気筒列空燃比が相対的に大きい気筒列の作動角が相対的に大きいと判定し、上記実気筒列空燃比が相対的に小さい気筒列の作動角が相対的に小さいと判定することを特徴とする請求項11に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項13】 上記内燃機関が、2つの気筒列を備えたV型の内燃機関であることを特徴とする請求項1～12のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項14】 クランクシャフトに対する吸気弁の作動角の位相を連続的に調整可能な位相調整機構と、

上記作動角の位相をフィードバック制御する位相フィードバック制御手段と、を有し、

この位相のフィードバック制御中に、上記作動角補正手段による作動角の補正が行われることを特徴とする請求項1～13のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項15】 上記作動角調整機構が、クランクシャフトと連動して回転する駆動軸と、この駆動軸の外周に揺動可能に外嵌し、上記吸気弁を駆動する揺動カムと、上記駆動軸に偏心して設けられ、この駆動軸と一体的に回転する駆動カムと、この駆動カムの外周に相対回転可能に外嵌する第1のリンクと、作動角の変更時に回転駆動される制御軸と、この制御軸に偏心して設けられ、この制御軸と一体的に回転する制御カムと、この制御カムの外周に相対回転可能に外嵌するとともに、一端が上記第1のリンクの先端と連結されたロッカーアームと、このロッカーアームの他端と上記揺動カムとに連結された第2のリンクと、を有し、上記作動角補正手段による作動角の変更時に、上記制御軸が回転されることを特徴とする請求項1～14のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項16】 吸気弁の作動角を連続的に調整可能な作動角調整機構と、機関の空燃比をフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、排気通路に配設され、上記空燃比フィードバック制御手段で用いられる排気パラメータを検出する空燃比検出手段と、を有する内燃機関の制御方法において、上記排気パラメータに基づいて、上記吸気弁の作動角を補正することを特徴とする内燃機関の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、吸気弁の作動角を連続的に調整可能な作動角調整機構を備えた内燃機関の制御装置及び制御方法に関し、特に、吸気弁の作動角を容易に精度良く補正する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 クランクシャフトの位相に対する吸気弁の作動角の位相を調整可能な位相調整機構を有する内燃機関において、位相調整機構の最遅角側（イニシャル値）の位相がずれていると、制御精度が低下して、機関全体の安定度が低下し、内部還流を有効に利用した燃費向上効果等が目減りする等の不具合がある。このような問題に対して、特開平11-82073号公報には、位相調整機構による位相制御の適正化を図るために、最遅角位相（イニシャル値）のずれ分を、吸気管圧力に基づいて補正する技術が開示されている。

【0003】 ところで、図22に示すように、V型内燃機関のような2つ以上の気筒列（バンク）を有する内燃機関では、一般的に、左右バンクの双方へ吸気を供給する吸気集合部101に、単一の空気重量計測手段としてのエアフローメータ102が設けられ、このエアフロー

メータ102により空気重量（吸入空気量）が計測される。また、両バンクの排気が集合する排気集合部103に、排気を浄化する触媒105が設けられるとともに、この触媒105の上流側に、 O_2 センサ等の空燃比センサ104が設けられる。この空燃比センサ104により検出される排気パラメータに基づいて、ECU（エンジンコントロールユニット）106により空燃比がフィードバック制御される。これにより、燃料噴射弁やエアフローメータ102等の個体差及び経年変化等を吸収して、機関の空燃比を目標空燃比（例えば理論空燃比）に維持するようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このような複数の気筒列を有する内燃機関において、コレクタ形状等を適宜に設計することにより、左右バンク（気筒列）間の吸入空気量のばらつきを抑制し、特にバンク毎に吸入空気量を計量しなくとも、左右バンクでほぼ均等に吸入空気を分配することも理論的には不可能ではない。

【0005】 しかしながら、吸気弁の作動角（及びバルブリフト量）を連続的に調整可能な作動角調整機構を用いた場合、吸入空気量は、スロットル開度のみならず、作動角調整機構による作動角の大きさによっても大きく変化する。例えば図23に示すように、左右バンクで、吸気弁の開時期（IVO）が等しいにもかかわらず、作動角が互いに異なる場合、吸入空気量に差異を生じてしまう。図23の例では、（a）の特性が、（b）の特性に比して、相対的に作動角が大きく吸気弁の開時期（IVC）が下死点に近づくため、吸入空気量が多くなる。なお、左右バンクでバルブリフト量が異なる場合でも、吸気通路の実質的な最小開口面積に差異が生じるため、上記作動角が異なる場合と同様、やはり吸入空気量に差異を生じる。

【0006】 このように、左右バンクで作動角つまり吸入空気量が異なる状況で、排気集合部に設けられた一つの空燃比センサで検出される排気パラメータに基づいて、空燃比をフィードバック制御すると、左右バンクで実際の空燃比（A/F）に差異を生じるため、トルクがばらつき、機関安定度が低下するおそれがある。そこで、バンク毎に空燃比センサを設けて空燃比のフィードバック制御を行うと、上述した左右バンクでA/Fが異なることに起因する安定度の低下は抑制される。しかしながら、左右バンク間での作動角の差異は解消されず、吸入空気量の差異が解消されないため、これらの差異に基づく左右バンクのトルクのばらつきを改善することはできない。すなわち、V型内燃機関のように複数の気筒列を有し、各気筒列毎に作動角（バルブリフト量）調整機構を適用した場合、気筒列間で吸入空気量を等しくするためには、気筒列間の作動角（バルブリフト量）を正確に等しくする必要がある。

【0007】 ところで、吸気弁の開時期及び閉時期を調

整して機関ポンプ損失を低減する手法として、以下の2つが挙げられる。第1に、吸気弁閉時期を調整することにより機関のポンプ損失を低減する手法であり、第2に、吸気弁閉時期を調整してバルブオーバーラップ量を変化させ、排気の内部還流によりポンプ損失を低減する手法である。両者は組み合わせて使用することが可能なものであり、両者の使い分けは、好ましくは機関の運転領域(回転数、負荷等)によって異ならせる。例えば、軽負荷、低回転領域では、機関の安定度に余裕が少ないため、主に吸気弁閉時期を下死点より早める又は遅らせることによりポンプ損失を低減し、吸気弁閉時期は上死点近傍又は上死点後に設定することが好ましい。負荷、回転が上昇するに従って、好ましくは吸気弁閉時期を上死点前に設定し、機関安定性が悪化しない程度まで残留ガス割合を増加させる。

【0008】しかしながら、前述した位相調整機構のみが適用され、作動角調整機構が設けられていない場合には、吸気弁の開時期及び閉時期を互いに独立して調整することができず、幅広い運転領域でポンプ損失を低減することが困難である。つまり、幅広い運転領域で良好な吸気弁のバルブリフト特性を得ようとする、位相調整機構のみでは困難であり、作動角調整機構を併用する必要がある。

【0009】このような要求に応えた例として、例えば特開2000-234533号公報が挙げられる。この公報では、内燃機関の吸気弁に位相調整機構及び作動角調整機構の双方が適用されており、かつ、両調整機構を併用した場合の特有の問題であるフェールセーフ性、あるいは、過渡時における各調整機構の作動順序等が規定されている。しかしながら、このような2つの調整機構を各気筒列(バンク)毎に設けた場合、複数の気筒列間で吸入空気量に差があると、機関安定度の悪化や燃費悪化を生じるおそれがあるため、吸気弁の作動角と開時期(及び閉時期)のイニシャル値を複数のバンク間で揃える必要性がある。

【0010】また、上述した特開平11-82073号公報の技術、すなわち、吸気管圧力に基づいて最遅角位相(イニシャル値)のずれを補正する技術を、複数のバンクに対して適用する場合、各バンク毎に独立した吸気管及び吸気管圧力測定機構が必要となり、構造の複雑化及び部品点数の増加等を免れない。

【0011】本発明の一つの目的は、一般的な空燃比フィードバック制御に用いられる空燃比検出手段を利用した簡素な構造で、吸気弁の作動角を正確に補正し、機関運転性能の向上を図ることにある。

【0012】本発明の更なる目的は、複数の気筒列間の作動角のばらつきを無くし、機関安定度の向上や燃費の向上等を図ることにある。

【0013】加えて、本発明は、作動角の補正時におけるピストンと吸気弁との干渉を確実に回避することを更

なる目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】そこで、請求項1の発明に係る内燃機関の制御装置は、吸気弁の作動角を連続的に調整可能な作動角調整機構と、機関の空燃比をフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、排気通路に配設され、上記空燃比フィードバック制御手段で用いられる排気パラメータを検出する空燃比検出手段と、上記排気パラメータに基づいて、上記作動角を補正する作動角補正手段と、を有することを特徴としている。

【0015】また、請求項16の発明に係る内燃機関の制御方法は、吸気弁の作動角を連続的に調整可能な作動角調整機構と、機関の空燃比をフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、排気通路に配設され、上記空燃比フィードバック制御手段で用いられる排気パラメータを検出する空燃比検出手段と、を有し、上記排気パラメータに基づいて、上記吸気弁の作動角を補正することを特徴としている。

【0016】本発明は、好ましくはV型内燃機関のような複数の気筒列を有する内燃機関に適用される。そして、より好ましくは請求項2に係る発明のように、上記作動角調整機構及び空燃比検出手段が各気筒列毎にそれぞれ設けられ、各気筒列毎に上記空燃比のフィードバック制御が行われる。

【0017】請求項3～6に係る発明では、上記空燃比検出手段として、簡素な O_2 センサが用いられ、この O_2 センサからの排気パラメータに基づいて、基本燃料噴射量に対する燃料補正量すなわちフィードバック量が各気筒列毎に算出される。

【0018】そして請求項3に係る発明では、空燃比のフィードバック制御中に、複数の気筒列で燃料補正量が実質的に等しくなるように、上記作動角の補正が行われる。これにより、複数の気筒列間の作動角のばらつきを解消することができる。

【0019】より好ましくは請求項4に係る発明のように、上記複数の気筒列の作動角の大小を判定する気筒列判定手段を有し、この気筒列判定手段により作動角が相対的に大きいと判定された気筒列の作動角を、所定の微量ずつ小作動角側へ補正する。これにより、作動角の補正時に吸気弁の作動角が不用意に大きくなることが回避される。

【0020】この気筒列判定手段は、例えば請求項5に係る発明のように、吸気弁の閉時期が下死点よりも進角している場合、上記燃料補正量が相対的に大きい気筒列の作動角が大きいと判定し、吸気弁の閉時期が下死点よりも遅角している場合、上記燃料補正量が相対的に小さい気筒列の作動角が大きいと判定する。

【0021】請求項6に係る発明は、請求項3～5に係る発明とは異なり、上記作動角の補正が行われる気筒列

の吸気弁の作動角を、所定量または所定の値まで小作動角化する手段と、この小作動角化された気筒列の燃料補正量と、予め設定された作動角-吸入空気量のテーブル又はマップと、に基づいて、この気筒列の作動角の補正量を算出する手段と、を有している。すなわち、予め設定されたテーブル等を用いて、吸気弁の作動角を各気筒列毎に補正する構成となっている。

【0022】上記空燃比検出手段が排気の実空燃比を検出するリニア型の空燃比センサである場合、好ましくは請求項7に係る発明のように、上記空燃比のフィードバック制御が行われていない状態で、所定の気筒列の実空燃比と、予め設定された作動角-吸入空気量のテーブル又はマップと、に基づいて、この気筒列の作動角の補正量を算出する。つまり、リニア型の空燃比センサを用いた場合、この空燃比センサで検出される実空燃比を直接的に利用して作動角補正量を算出できる。

【0023】このような作動角の補正は、好ましくは請求項9に係る発明のように、上記吸気弁の閉時期が略下死点で、かつ、吸気弁の作動角が略180°CAのときに行う。

【0024】より好ましくは請求項8に係る発明のように、作動角の補正とは別に、燃料流量の補正を行う。すなわち、上記空燃比のフィードバック制御が行われていない状態で、所定の気筒列の実空燃比と、予め設定された燃料噴射弁のバルス幅-燃料流量のテーブル又はマップと、に基づいて、この気筒列のバルス幅の補正量が算出され、このバルス幅の補正量に基づいて、燃料流量を補正する手段を有している。

【0025】請求項10～12に係る発明では、上記内燃機関が複数の気筒列を有し、上記空燃比検出手段が、各気筒列の排気分岐通路の排気の実気筒列空燃比を検出する気筒列用空燃比検出手段と、上記排気分岐通路が集合する排気集合部の排気の実集合空燃比を検出する集合空燃比検出手段と、を有している。すなわち、排気分岐通路と排気集合部にそれぞれ空燃比センサ等の空燃比検出手段が配設されている。

【0026】そして、請求項10に係る発明は、上記複数の気筒列で実気筒列空燃比が略等しくなるように、上記作動角が補正されることを特徴としている。

【0027】より好ましくは請求項11に係る発明のように、上記実気筒列空燃比に基づいて、複数の気筒列の作動角の大きさを判定する気筒列判定手段を有し、この気筒列判定手段により作動角が相対的に大きいと判定された気筒列の作動角を小作動角側へ補正した後、この補正前後の実集合空燃比が略等しくなるように、上記気筒列判定手段により作動角が相対的に小さいと判定された気筒列の作動角を、微少量ずつ大作動角側へ補正する。

【0028】更に好ましくは請求項12に係る発明のように、吸気弁の閉時期が下死点より進角しており、かつ、吸気弁の開時期が略上死点の状態で、上記作動角の

補正が行われ、上記気筒列判定手段は、上記実気筒列空燃比が相対的に大きい気筒列の作動角が相対的に大きいと判定し、上記実気筒列空燃比が相対的に小さい気筒列の作動角が相対的に小さいと判定する。

【0029】請求項14に係る発明では、クランクシャフトに対する吸気弁の作動角の位相を連続的に調整可能な位相調整機構と、上記作動角の位相をフィードバック制御する位相フィードバック制御手段と、が設けられ、この位相のフィードバック制御中に、上記作動角補正手段による作動角の補正が行われる。

【0030】上記作動角調整機構は、好ましくは請求項15に係る発明のように、クランクシャフトと連動して回転する駆動軸と、この駆動軸の外周に揺動可能に外嵌し、上記吸気弁を駆動する揺動カムと、上記駆動軸に偏心して設けられ、この駆動軸と一体的に回転する駆動カムと、この駆動カムの外周に相対回転可能に外嵌する第1のリンクと、作動角の変更時に回転駆動される制御軸と、この制御軸に偏心して設けられ、この制御軸と一体的に回転する制御カムと、この制御カムの外周に相対回転可能に外嵌するとともに、一端が上記第1のリンクの先端と連結されたロッカーアームと、このロッカーアームの他端と上記揺動カムとに連結された第2のリンクと、を有し、上記作動角補正手段による作動角の変更時に、上記制御軸が回転される。

【0031】

【発明の効果】請求項1又は16に係る発明によれば、一般的な空燃比のフィードバック制御に用いられる排気パラメータを利用するという比較的簡素な構造で、吸気弁の作動角を正確に補正し、機関運転性能を向上させることができる。

【0032】請求項2に係る発明によれば、各気筒列毎に空燃比をフィードバック制御するようにしたため、各気筒列毎に空燃比が正しくフィードバック制御され、少なくとも気筒列間での空燃比のばらつきは解消される。

【0033】請求項3に係る発明によれば、O₂センサを利用した比較的簡素な構造で、複数の気筒列間での作動角のばらつきを解消し、機関安定度の向上を図ることができる。また、このような作動角の補正が空燃比のフィードバック制御中に行われるため、作動角の補正中に排気の悪化等を招くことがない。

【0034】請求項4に係る発明によれば、相対的に作動角が大きい気筒列の作動角が微少量ずつ小作動角側へ補正されるため、不用意に作動角が大きくなってピストンと干渉するおそれがなく、また、バルブオーバーラップが不用意に大きくなって残留ガスが増加し、燃焼悪化を来すおそれもない。

【0035】請求項5に係る発明によれば、吸気弁の閉時期及び燃料補正量に基づいて、相対的に作動角が大きい気筒列を容易かつ正確に判定することができる。

【0036】請求項6に係る発明によれば、作動角の変

化に対する吸入空気量の変化が比較的大きい小作動角側で、作動角の補正を行うことができ、その補正精度が一段と向上する。また、このような作動角の補正を各気筒列に対して行うことにより、気筒列間の作動角のばらつきを解消することも可能となる。

【0037】請求項7に係る発明によれば、空燃比のフィードバック制御を行っていない運転領域、例えば始動時、始動直後、暖機後高負荷、減速時等の運転領域で、作動角の補正が行われることとなり、逆に言えば、空燃比のフィードバック制御が好適に用いられる市街地等の運転条件で補正が行なわれることがないため、補正中の運転性能の低下等が実用上問題とならない。更に、作動角の補正時に、フィードバック制御による空燃比の収束を待つ必要がないため、補正時間の短縮化を図れる。そして、このような作動角の補正を各気筒列に対して行うことにより、気筒列間の作動角のばらつきを解消することも可能となる。

【0038】請求項8に係る発明のように、作動角の補正とは別に、気筒列の燃料流量を補正することにより、上記作動角の補正精度が一段と向上する。

【0039】請求項9に係る発明によれば、作動角の変化に対する吸入空気量の変化が表れやすい運転状態、つまり吸気弁の開閉時期が概略下死点で且つ吸気弁の作動角が概略180°CAのときに、作動角の補正が行われることとなり、補正精度が一段と向上する。

【0040】請求項10に係る発明によれば、集合空燃比検出手段と気筒列用空燃比検出手段とを併用することにより、一般的な空燃比のフィードバック制御に関わる燃料流量の誤差等と、作動角調整機構に関わる作動角の補正量と、を効果的に分離し、気筒列間の作動角のばらつきをより確実に解消することができる。

【0041】請求項11に係る発明によれば、相対的に作動角が大きい気筒列の作動角が先に小作動角側へ補正されるため、不用意に作動角が大きくなってピストンと干渉するおそれがなく、また、バルブオーバーラップが不用意に大きくなって残留ガスが増加し、燃焼悪化を来すおそれもない。また、補正前後の実集合空燃比が略等しくなるように補正が行われるため、補正に伴う空燃比の変動が抑制される。

【0042】請求項12に係る発明によれば、作動角の変化に対する吸入空気量の変化が大きい領域、つまり、吸気弁の開閉時期が下死点より進角しており、かつ、吸気弁の開閉時期が略上死点の状態、作動角の補正が行われるため、作動角の補正精度の向上を図れる。また、実気筒列空燃比に基づいて複数の気筒列の大小を容易かつ正確に判定することができる。

【0043】請求項14に係る発明のように、作動角調整機構と位相調整機構とを併用することにより、吸気弁の開閉時期及び閉閉時期を互いに独立して調整することができ、上述したように幅広い運転領域でポンプ損失の低減

効果等が得られる。そして、位相調整機構が正確にフィードバック制御されている状態で作動角の補正を行うようにしたため、作動角の補正精度が一段と向上する。

【0044】請求項15に係る発明の作動角調整機構は、直動式でありながら、制御精度に優れておりと共に、コンパクトで機関搭載性に優れており、かつ、潤滑が行い易く、耐久性、信頼性にも優れている。

【0045】

【発明の実施の形態】以下、本発明をガソリン式のV型内燃機関に適用した好ましい実施の形態について、図面に基つて詳細に説明する。

【0046】図1は、第1～第3実施形態に係る内燃機関の制御装置の概略構成図である。この内燃機関では、気筒列としての左バンクLB及び右バンクRBがV型に配置されている。つまり、一つのシリンダブロックSBに対し、各バンクに対応して2つのシリンダヘッドSHが固定されている。そして、各バンクのそれぞれに、吸気弁1の作動角（開弁期間）を連続的に調整可能な作動角調整機構10と、クランクシャフト5の回転位相に対する吸気弁1の作動角の位相（例えば中心位相）を連続的に変更可能な位相調整機構20と、が設けられている。なお、作動角調整機構10及び位相調整機構20については、それぞれ図2及び図3を参照して後述する。

【0047】排気系には、シリンダヘッドSHに形成される排気ポート52と、各シリンダヘッドSHに取り付けられる排気マニホールド53と、を有している。排気ポート52は、各気筒の燃焼室7に接続しており、排気弁51により開閉される。排気マニホールド53は、各バンクの複数の排気ポート52に接続する合計2つの排気分岐通路54と、両バンクの排気分岐通路54に接続する一つの排気集合部55と、を有している。各排気分岐通路54には、各気筒列の排気パラメータを検出する排気検出手段としての空燃比センサ56がそれぞれ配設されている。この空燃比センサ56として、後述する第1、第2実施形態ではスライスレベルを挟んで出力が反転するO₂センサが用いられ、第3実施形態では排気分岐通路54中の実際の空燃比に相当するパラメータすなわち実空燃比を検出するリーンバーンセンサ等のリニア型の空燃比センサが用いられる。また、排気集合部55には、排気を浄化するための触媒57が配設されている。

【0048】吸気系では、各気筒の燃焼室7へ接続する吸気ポート66に吸気弁1が配設されており、これら吸気ポート66の上流側には一つの吸気コレクタ65が設けられている。この吸気コレクタ65へ吸入空気を導入する吸気取入管67には、上流側より順に、エアクリーナ62、吸入空気量を検出するエアフローメータ63、及び吸入空気量を調整するスロットル弁64が配設されている。

【0049】ECU（エンジンコントロールユニット）

50は、各種センサから検出されるエンジン回転数、負荷、水温及び車速等に応じて、上記の調整機構10、20の制御を行う他、点火時期制御、燃料噴射制御等の一般的なエンジン制御を記憶及び実行するメモリ及びCPUを備えている。すなわち、ECU50は、空燃比センサ56、エアフローメータ63、クランク回転数を検出するクランク角度センサ71、吸気駆動軸（カムシャフト）の位相を検出する駆動軸角度センサ72等の検出信号に基づいて、吸気ポート66へ燃料を噴射する燃料噴射弁73、燃焼室7に臨んだ点火プラグ74、及び両調整機構10、20等の動作を制御する。

【0050】図2を参照して、先ず作動角調整機構10側の構成について説明すると、各バンクの吸気弁1のバルブリフト2の上方には、それぞれ駆動軸3が気筒列方向に延在している。各駆動軸3は、シリンダヘッドSH（図1）に回転可能に支持されており、クランクシャフト5から伝達される回転動力により、このクランクシャフト5と連動して軸周りに回転する。この駆動軸3には、吸気弁1のバルブリフト2を押圧する揺動カム4が回転可能に外嵌されているとともに、各気筒毎に偏心カム11が固定又は一体形成されている。この偏心カム11の外周面の軸心は駆動軸3の軸心に対して偏心しており、この偏心カム11の外周面にリング状の第1リンク12が回転可能に外嵌されている。

【0051】また、駆動軸3と平行にシリンダヘッドSHに回転可能に支持される制御軸13には、各気筒毎に制御カム14が固定又は一体形成されている。この制御カム14の外周面の軸心は制御軸13の軸心に対して偏心しており、この制御カム14の外周面に、ロッカーアーム15の中央部が回転自在に外嵌している。このロッカーアーム15の一端部は第1リンク12の先端部と回転自在に連結されており、ロッカーアーム15の他端部はロッド状の第2リンク16の一端部と回転自在に連結されている。この第2リンク16の他端部は揺動カム4の先端部と回転自在に連結されている。

【0052】従って、クランクシャフトの回転に連動して駆動軸3が軸周りに回転すると、偏心カム11に外嵌する第1リンク12がほぼ並進方向に作動し、この第1リンク12の並進運動がロッカーアーム15の揺動運動に変換されて、第2リンク16を介して揺動カム4が揺動する。この揺動する揺動カム4が吸気弁1のバルブリフト2に当接してこれを押圧することにより、吸気弁1が図外のバルブスプリングの反力に抗して開閉駆動される。

【0053】また、アクチュエータ30により制御軸13を回転駆動すると、ロッカーアーム15の揺動中心となる制御カム14の中心位置が変化して、このロッカーアーム15及びリンク12、16の姿勢が変化し、揺動カム4の位相や揺動角度等の揺動特性が変化する。これにより、吸気弁1の作動角及びバルブリフト量の双方が

連続的に変更される。なお、クランクシャフトの回転位相に対する吸気弁1の作動角の中心位相は、作動角調整機構10の作動によってほとんど変化することはない。

【0054】このような構成の作動角調整機構10は、吸気弁1を開閉駆動する揺動カム4が駆動軸3と同軸上に取り付けられているため、揺動カム4と駆動軸3との軸ズレ等を生じるおそれがなく、制御精度に優れていると共に、ロッカーアーム15や各リンク12、16を駆動軸3の周囲に集約させて、コンパクト化を図ることができ、機関搭載性に優れている。また、偏心カム11と第1リンク12との軸受部分や、制御カム14とロッカーアーム15との軸受部分のように、部材間の連結部分の多くが面接触となっているため、潤滑が行い易く、耐久性、信頼性にも優れている。更に、この作動角調整機構10を、固定カム及びカムシャフトを備えた一般的な固定動弁系に適用する場合にも、これら固定カム及びカムシャフトの位置に揺動カム4及び駆動軸3を配置すれば良く、レイアウトの変更が非常に少なく済むため、その適用が極めて容易である。

【0055】図3を参照して、上記の作動角調整用アクチュエータ30の内部には、ピストン32の受圧部32aを挟んで第1油圧室33と第2油圧室34とが画成されている。このピストン32の先端部にはピン32bが設けられ、このピン32bは、上記の制御軸13の端部に設けられたディスク17の径方向溝17aへ摺動可能に嵌合している。従って、第1油圧室33及び第2油圧室34への供給油圧に応じてピストン32が進退することにより、上記のピン32b及びディスク17を介して制御軸13が回転して吸気弁1の作動角が変化する。

【0056】これら油圧室33、34への供給油圧は、ソレノイドバルブ31のスプール35の位置に応じて切り換えられ、このソレノイドバルブ31はECU50からの出力信号によりON-OFF駆動（デューティ制御）される。つまり、機関運転状態に応じて出力信号のデューティ比を変化させることにより、上記スプール35の位置が切り換えられる。例えば、スプール35が図の最も右側に保持されている状態では、第1油圧室33に接続する第1油路36と油圧ポンプ9とが連通し、第1油圧室33へ油圧が供給されるとともに、第2油圧室34に接続する第2油路37とドレン通路38とが連通し、第2油圧室34がドレンされる。このため、アクチュエータ30のピストン32は図の左側に押圧、移動される。一方、スプール35が図の最も左側に保持されている状態では、第1油路36とドレン通路38とが連通して第1油圧室33がドレンされるとともに、第2油路37と油圧ポンプ9とが連通して第2油圧室34へ油圧が供給される。このため、ピストン32は図の右側に押圧、移動される。更に、スプール35が中間位置に保持されている状態では、第1油路36のポート部と第2油路37のポート部の双方がスプール35により閉塞さ

れる。これにより、第1、第2油圧室33、34内の油圧が保持（ロック）され、ピストン32がその位置に保持される。

【0057】このように、アクチュエータ30のピストン32を任意の位置に移動、保持することにより、吸気弁1の作動角を所定の制御範囲内で任意の作動角に変更、保持することが可能で、簡素な構造でありながら、制御の自由度が非常に高い。

【0058】次に図4を参照して、位相調整機構20及びその位相調整用アクチュエータ40について説明する。上記の駆動軸3の前端部の外周側にはカムスプロケット（又はカムプリー）6が同軸上に配置されている。このカムスプロケット6は、チェーン（又はベルト）を介してクランクシャフトから回転動力が伝達され、クランクシャフトと同期して回転する。位相調整機構20は、カムスプロケット6の内周側に一体的に形成された外筒部21と、駆動軸3に中空のボルト22を介して固定され、この駆動軸3と一体的に回転する内筒部23と、これらの外筒部21と内筒部23との間に介装されるリング状のピストン42と、を有している。ピストン42の内、外周面と、内筒部23の外周面及び外筒部21の内周面との噛合部分25はヘリカルスプラインとなっている。従って、ピストン42が内、外筒部の軸方向（図3の左右方向）へ移動することにより、この軸方向の運動が内筒部23と外筒部21との相対回転運動に変換され、外筒部21と内筒部23との相対回転位相が連続的に変化する。これにより、カムスプロケット6に対する駆動軸3の相対回転位相が変化し、吸気弁1の作動角の位相が作動角一定のままで連続的に変化する。

【0059】このような構成の位相調整機構20は、コンパクトで機関への搭載性に優れ、部品点数も低く抑制される。また、上記の作動角調整機構10と併用した場合にも、互いに干渉せずに容易に配置することができる。

【0060】上記のピストン42は、その前後に画成される第1油圧室43及び第2油圧室44への供給油圧に応じて駆動される。つまり、外筒部21、内筒部23及びピストン42等により上記の位相変更アクチュエータ40が構成されている。これら油圧室43、44への供給油圧はソレノイドバルブ41のスプール45の位置に応じて切り換えられ、このソレノイドバルブ41はECU50からの出力信号によりON-OFF駆動（デューティ制御）される。つまり、機関運転状態に応じて出力信号のデューティ比を変化させることにより、スプール45の位置が切り換えられる。

【0061】例えば、スプール45が図の最も左側に保持されている状態では、第1油圧室43に接続する第1油路46と油圧ポンプ9とが連通し、第1油圧室43へ油圧が供給されるとともに、第2油圧室44に接続する第2油路47とドレン通路48とが連通し、第2油圧室

44がドレンされる。このため、アクチュエータ40のピストン42は図の左側に押圧、移動される。一方、スプール45が図の最も右側に保持されている状態では、第1油路46とドレン通路48とが連通して第1油圧室43がドレンされるとともに、第2油路47と油圧ポンプ9とが連通して第2油圧室44へ油圧が供給される。このため、ピストン42は図の右側に押圧、移動される。更に、スプール45が中間位置に保持されている状態では、第1油路46のポート部と第2油路47のポート部の双方がスプール45により閉塞される。これにより、第1、第2油圧室43、44内の油圧が保持（ロック）され、ピストン42がその位置に保持される。

【0062】このように、アクチュエータ40のピストン42を任意の位置に移動、保持することにより、吸気弁1の作動角の位相を任意の位相に変更、保持することが可能で、簡素な構造でありながら、制御の自由度が非常に高い。

【0063】次に図5及び図6に示すタイミングチャートを参照して、第1実施形態に係る吸気弁の作動角の補正（修正）制御の流れの概要を説明する。なお、図5、6等では、一方のバンクをAバンク、他方のバンクをBバンクとしている。また、この第1実施形態では、空燃比センサ56として、典型的にはO₂センサが用いられる。

【0064】図1に示すような直動式の作動角調整機構10を用いた場合、比較的簡素な構造でありながら作動角を連続的に調整可能である反面、揺動カム4やバルブリフタ2の寸法公差等に起因して、左右バンクの吸気弁の作動角が互いにずれるおそれがある。このような左右バンクの作動角のずれに起因して、左右バンクで吸入空気量、A/F、トルク等に差異を生じ、機関安定性を損ねるおそれがある。このような問題に対し、本実施形態では、各バンク毎に設けられた空燃比センサ56により検出される排気パラメータに基づいて、各バンク毎に空燃比をフィードバック制御している。これにより、左右バンク毎に空燃比が目標空燃比に正しく調整され、左右バンクでA/Fが異なることによる機関安定度の低下は回避できる。

【0065】そして、このように空燃比がフィードバック制御されている状態で、吸気弁の作動角の補正制御を並行して行うようになっている。具体的には、空燃比のフィードバック制御中に、空燃比センサ56の検出結果に基づいて、基本燃料噴射量に対する燃料補正量（フィードバック量） α_R 、 α_L が各気筒毎に算出され、これら燃料補正量に基づいて、吸気弁の作動角が相対的に大きいバンクを推定し、このバンクの作動角を、所定の微小量 ΔA ずつ段階的に縮小する。そして、左右バンクの燃料補正量 α_R 、 α_L がほぼ等しくなった時点で、左右バンクの吸気弁の作動角が互いに略等しくなったと判断し、作動角の補正を終える。この結果、図5及び図6に

示すように、作動角の制御目標値つまり目標作動角が左右バンクで異なるものの、作動角の実際の値つまり実作動角が左右バンクで略等しいものとなる。この結果、左右バンクの吸入空気量が略等しくなり、基本燃料噴射量に対する燃料補正量 α も左右バンクで略等しくなる。

【0066】このような第1実施形態に係る制御の流れを、ECU50により実行されるフローチャートを参照して詳細に説明する。

【0067】図7に示すように、S(ステップ)101では、吸気弁1の作動角(開弁機関)の補正(修正)を行うかを判定する可否かを表す補正フラグ設定用のサブルーチンが実行される。続くS102で、補正フラグがONであると判定されると、S103へ進み、補正を行うバンク(気筒列)を決定するサブルーチンが実行される。続くS104では、S103で設定されたバンクに対し、作動角を補正するサブルーチンが実行される。

【0068】図8は、図7のS101で実行される補正フラグ設定用のサブルーチンを示している。S111では、クランク角度センサ71で検出される回転数、温度センサ(図示省略)で検出される油水温、エアフローメータ63で計量される空気重量(吸入空気量)等の機関の運転状態を示すパラメータの他、機関回転数及び負荷に基づいて設定される基本燃料噴射量、左右バンクの燃料補正量(フィードバック量) α_L 、 α_R 、及び要求作動角等の制御用のパラメータが読み込まれる。

【0069】これらのパラメータに基づいて、S112～S116では、作動角の補正を行う可否かの条件が判定される。つまり、S112では、空燃比のフィードバック制御(λコントロール)領域であるかが判定される。S113では、位相調整機構(VTC)20のフィードバック領域であるかが判定される。つまり、この実施形態では、クランク角度センサ71及び駆動軸角度センサ72の出力に基づいて、クランク位相に対する駆動軸11の位相のフィードバック制御を行うようになっている。そして、このようなVTCフィードバック制御を行う領域、つまり、位相が精度良く制御されている状態で、左右バンクの作動角の補正を精度良く行うようにしている。なお、VTCフィードバック制御が行われていない状態、例えば固定ピン等により駆動軸11が最遅角位置に固定されている状態では、初期の個体差、公差の積み上げ等により、VTCフィードバック制御時よりも、左右バンクで位相調整機構20のばらつきに起因するA/F差が生じ易いこととなるため、作動角の補正には適していない。

【0070】S114では、安定した状態で補正を行うように、作動角の補正を行う油水温を暖気時(80℃)に限定している。また、S115では、補正を行う際の作動角(開弁期間)を小作動角側、つまりクランク角度で180°CA以下に限定している。この理由として、作動角の補正を行う領域は、左右バンクの作動角のずれ

によって空気量に変化し易い領域のほうが判断が容易で精度が良くなる。そして、吸気弁の開時期が概略吸気上死点(TDC)で、かつ吸気弁閉時期が下死点(BDC)より進角しており、吸入空気重量が相対的に抑制されている状況のときに、吸気弁の作動角の変化に応じて空気量に変化し易いので、このような状況で、作動角の補正を行うようにしている。また左右バンクで燃料補正量が略同じであれば、左右バンクの作動角が略等しいと考えられるので、S116では、燃料補正量が左右バンクで異なっているかを判定する。

【0071】これらS112～S116の全ての条件を満たしていれば、S117で補正フラグがONに設定され、作動角の補正が行われる。それ以外の場合、つまり、一つでも条件を満たしていなければ、S118で補正フラグがOFFに設定され、作動角の補正は行われない。

【0072】図9は、補正を行うバンクを決定するサブルーチンであり、このルーチンは図7のS103で実行される。このルーチンでは、吸気弁の作動角が過度に増加して、O/L拡大による安定度悪化やピストンとの干渉を回避するために、作動角が大きい方のバンクの作動角を段階的に小作動角側へ補正する。

【0073】つまり、S123では要求されている吸気弁閉時期(IVC)がBDCよりも進角しているか否か、つまり早閉じか遅閉じかを判断する。続く、S124又はS127では、右バンクの燃料補正量 α_R が左バンクの燃料補正量 α_L より大きいか判定される。ここで、IVCがBDCよりも進角していれば、吸気弁の作動角が大きいほど、吸入空気量も大きくなる。従って、S124において、燃料補正量が相対的に大きい方のバンクの作動角が相対的に大きいと判断して、S125又はS126へ進み、補正フラグを設定する。一方、IVCがBDCより進角していなければ、作動角が大きくなるに従って、BDCからの遅角量が大きくなるため、吸入空気量は逆に小さくなる。従って、S127において、燃料補正量が小さい方のバンクの作動角が相対的に大きいと判断して、S128又はS129へ進み、補正フラグを設定する。

【0074】図10は、作動角の補正を行うサブルーチンであり、このルーチンは図7のS104で実行される。S132では、左右バンクの燃料補正量 α_R 及び α_L の差分 $\Delta\alpha$ を算出する。S134では、図9のルーチンで作動角が大きいと判定されたバンクの作動角を微量だけ小さくする。具体的には、制御軸13の角度を小作動角側へ微量角度 ΔA だけ回転駆動し、微量な小作動角化を行う。そして、S133において、左右バンクの燃料補正量がほぼ等しい、例えば差分 $\Delta\alpha$ が0.5以下であると判定されるまで、上記のS134とS132が繰り返し実行される。つまり、作動角の段階的な小作動角化が続行される。なお、補正精度を向上するために、

好ましくは、S134からS132へ移行する際に、空燃比のフィードバック制御による燃料補正量 α が収束するまでの所定期間を設ける。

【0075】このようにして補正された制御軸13の角度を所期の設定角度として更新することにより、他の制御軸13の角度においても、上述した補正の内容が正しく反映される。また、S134の微小角度 ΔA の積算値を記憶しておき、起動時等には上記の積算値に基づいて制御軸13の初期位相を修正することにより、以降の運転時にも上記補正内容を反映させることができる。

【0076】このように本実施形態では、一般的な燃料のフィードバック制御に用いられる空燃比センサ56の排気パラメータを利用した簡素な構造で、作動角調整機構10により調整される作動角を補正することができ、更に言えば、左右バンクの作動角を略等しく補正することができる。この結果、左右バンクのトルクのばらつき等が抑制され、機関安定度が向上する。また、このような作動角の補正を燃料のフィードバック制御中に行うようにしているため、補正時の排気性能の低下等を招くことがない。つまり、運転性の悪化を伴うことなく補正を

実行することができる。

【0077】図11は、第2実施形態に係る作動角の補正制御の流れを示すフローチャートである。この第2実施形態では、気筒列（バンク）毎に作動角を積極的に動かし、作動角を補正するものであり、吸気弁の開時期や閉時期の変化に対する吸入空気量の変化が鈍感な運転領域で補正を行う場合に適している。なお、第1実施形態と重複する説明は適宜省略する。

【0078】S141では、図8のS111と同様、回転数、油水温、空気重量、目標作動角、及び左右バンクの燃料補正量 αL 、 αR 等のパラメータを読み込む。続くS142、S143において、図8のS112、S113と同様、空燃比フィードバック制御及びVTCフィードバック制御が実行中であるかが判定される。双方の条件を満たしていなければ補正を行わない。

【0079】続くS144では、IVCが概略BDCで、且つ作動角が概略 180° CAの領域であるかを判定する。この理由を図12を参照して説明する。同図に示すように、作動角の変化に対する吸入空気量の感度（変化）は、大作動角側で鈍くなる傾向にある。また、特に低回転領域では、慣性効果等の影響が少ないため、IVCがBDC付近で略一定とされ、かつ、IVOがBDCから多少ずれていても吸入空気量の変化に大差はない。そこで、IVCが概略BDCのときに作動角の補正を行うようにしている。また、残留ガス量を極力少なくし、体積効率に影響を及ぼし難いように、好ましくは開弁時期が上死点近傍のときに作動角の補正を行う。両者を兼ね備える作動角の補正領域は、IVCが概略BDCで、且つ作動角が概略 180° CAとなる。

【0080】続くS145では、左右バンクの燃料補正

量 αR 、 αL を読み込む。S146では、作動角のずれに対する吸入空気量の変化が良好に表れるように、一方のバンクを小作動角化する。例えば図12に示すように、一方のバンクの作動角を所定の小作動角 θ_1 まで小さくし、あるいは所定の角度 θ_2 だけ縮小する。そして、小作動角化したバンクの燃料補正量が空燃比フィードバック制御により収束するまで放置した後、S147へ進み、小作動角化したバンクの燃料補正量 αR_2 又は αL_2 を計測し、読み込みを行う。S148では、燃料流量より吸入空気量を算出する。S149では、予め設定、記憶されている作動角-吸入空気量のテーブルを参照する。このテーブルは、例えば図12に示すようなテーブルデータであっても良いが、補正を行う運転領域が広い場合には作動角-吸入空気量のマップデータとなる。S150では、S148で算出された吸入空気量に基づいて上記のテーブルを参照することにより、作動角の補正量 $\Delta\gamma$ を決定する。この補正量 $\Delta\gamma$ に基づいて、作動角の補正が実行されることとなる。本フローは各バンク毎に行い、両バンクともに同様な補正を行う。例えば、この実施形態のように左右バンクの2つの気筒列を有する構成では、図11のフローチャートが2回行われる。

【0081】このように、本実施形態では、作動角を所定の小作動角 θ_1 まで小さくし、あるいは所定の角度 θ_2 だけ縮小して、作動角の補正量を算出するようにしたため、作動角の変化に対する吸入空気量の変化が大きい小作動角側で、補正量を算出することができ、補正精度が向上する。また、このような補正を各バンク毎に行うことにより、上記第1実施形態と同様、バンク間の作動角のばらつきを抑制することも可能である。

【0082】図13は第3実施形態に係る吸気弁の作動角の補正制御の流れを示すフローチャートである。この実施形態では、左右バンクの空燃比センサ56として、 O_2 センサではなく、排気の実際の空燃比に相当する値すなわち実空燃比を検出可能なリニア型の空燃比センサが用いられている。そして、非入コントロール領域で作動角の補正を行うものであり、補正のパラメータとして、燃料補正量 α の代わりに、空燃比センサ56で測定される排気の実空燃比を直接的に用いるものである。

【0083】すなわち、S151では、S111やS141と同様、機関運転状態を表すパラメータや制御パラメータを読み込む。S152では、非入コントロール領域であるかを判断する。S153、S154では、上記のS143、S144と同様、補正を行う条件が判定される。S152～S154の条件を全て満たしていれば、S155へ進み、気筒列用空燃比センサ56からの実空燃比を読み込む。続くS156では、S146と同様、一方のバンクの作動角を小作動角化する。S157では、小作動角化したバンクの実空燃比 A/F 又は $A/F-L$ を読み込む。この実空燃比及び燃料流量に基

ついて吸入空気量を算出する(S158)。S159では、予め設定、記憶されている作動角-吸入空気量のテーブル(又はマップ)を参照する。そして、S160では、S158で算出された吸入空気量と、S159の作動角-空気量テーブルと、に基づいて、上記小作動角化したバンクの作動角の補正量を算出し、この補正量に基づいて補正が実行される。このフローは各バンク毎に行われる。

【0084】このように本実施形態では、非入コントロール領域を使用することで、補正可能領域は限定されるが、燃料補正量が収束する時間を待たなくてよいため、補正期間の短縮化を図ることができる。

【0085】また、運転性悪化の影響が少ない非空燃比フィードバック領域で補正が行われることとなり、作動角を積極的に小作動角化することによる補正中の運転性の悪化が効果的に抑制される。つまり、実際の非入コントロール領域は、始動時、始動直後、暖気中、暖気後高負荷、減速時などであり、市街地で頻繁に使用される暖気後の定常走行、緩加速領域が除かれているため、実用上大きな問題となることはない。特に、始動直後に上記の補正を実施し、その後の運転に補正内容を反映させることにより、始動直後から燃費及び燃焼安定性の向上を図ることができる。

【0086】上述した作動角の補正制御の精度をより向上するために、好ましくは、燃料流量を予め補正しておく。図14は、燃料流量の補正制御の一例を示すフローチャートである。補正する対象が作動角ではなく燃料流量(燃料噴射弁のパルス幅)であること以外、基本的には図13のフローチャートと同様である。すなわち、S186では、パルス幅の変化に対する燃料流量の変化が効果的に表れるように、一方のバンクの小流量化(パルス幅の縮小化)を行う。例えば図15に示すように、燃料噴射弁のパルス幅を所定量D2又は所定値D1まで小さくする。S188では、各バンク毎の流量補正值を算出し、S189では、パルス幅の補正量を決定する。この補正量に基づいて、一方のバンクのパルス幅を補正する。他方のバンクのパルス幅も同様に補正する。

【0087】このような燃料パルス幅の補正制御を、上述した作動角の補正制御と同時に又は前もって行うことにより、左右バンクの燃料流量を実質的に等しくした状態で、作動角の補正を行うことができ、その制御精度が一段と向上する。つまり、左右バンクで運転性能が異なる原因として、燃料流量が異なる場合と、作動角(吸入空気量)が異なる場合とが主に考えられるが、燃料パルス幅の補正と作動角の補正とを個別に行うことにより、左右バンク間の燃料流量のばらつきと作動角(吸入空気量)のばらつきとを互いに分離して精度良く補正することができる。

【0088】図16は、第4、第5実施形態に係る内燃機関の制御装置の概略構成図である。この第4、第5実

施形態では、図1に示す第1～第3実施形態と同様、排気マニホールド53の排気分岐通路54に、それぞれ気筒列用空燃比センサ56が配設されていることに加え、これら排気分岐通路54が合流する排気集合部55にも、集合空燃比センサ58が配設されている。これらの気筒列用空燃比センサ56及び集合空燃比センサ58は、共に実空燃比を検出できるリニア型のセンサであり、気筒列用空燃比センサ56により実気筒列空燃比($A/F-R$, $A/F-L$)が、集合空燃比センサ58により実集合空燃比(集合部 A/F)が検出される。他の構成は図1と同様であり、同一参照符号を付して重複する説明を省略する。

【0089】図17は、第4及び第5実施形態に係る左右バンクの吸気弁の作動角の補正制御の流れを示すフローチャートである。S161では、補正を行うか否かを表す補正フラグをセットするサブルーチンが実行される。続くS162で補正フラグがONと判定されると、S163へ進み、作動角の補正用サブルーチンが実行される。

【0090】図18は、S161で実行される補正フラグ設定用のサブルーチンである。S171では、機関の運転状態を示す回転数や油水温の他、要求作動角や要求中心位相等のパラメータを算出し、読み込む。S172では、要求吸気弁開時期(IVO)、要求吸気弁閉時期(IVC)を算出する。

【0091】S173～S176では、作動角の補正を行う条件が判定される。つまり、S173では、入コントロール領域であるかを判断する。続くS174及びS175は、作動角の補正を行う吸気弁開閉時期を規定するものである。すなわち、要求吸気弁閉時期(IVC)が下死点よりも進角し、且つ要求吸気弁開時期(IVO)が概略上死点であるかが判定される。これは、左右バンクの作動角差に対する空気量差がより顕著に表れる領域で補正を行うためである。S176では、電源投入から今までに補正フラグがONとなっていないかが判定される。これは、作動角補正制御が気筒列間の差異を解消する目的であるため、同様な補正を数度にわたって行う必要がないからである。ただし、過渡領域のように、吸気弁の作動角や中心位相が異なる領域で積極的に本補正を行う場合には、一度とせずに数度の補正を行い、収束状況で補正フラグON、OFFの判断を行ってもよい。上記のS173～S176の全ての条件を満たしていれば、S177において補正フラグをONとし、一つでも満たしていなければ、S178において補正フラグをOFFとする。

【0092】図19は、第4実施形態に係る作動角の補正用サブルーチンであり、このルーチンは、図17のS163で実行される。

【0093】S191では、気筒列用空燃比センサ56で検出される実気筒列空燃比($A/F-R$, $A/F-L$)

10

20

30

40

50

L)と、集合空燃比センサ58により検出される実集合空燃比(集合部A/F-old)の値と、を読み込む。S193では、S191、S192で読み込まれた各バンク毎の実気筒列空燃比と燃料量とに基づいて左右バンクの吸入空気量を算出する。S194では、左右バンクの実気筒列空燃比の差が0.5未満である(ほぼ等しい)かが判定される。S194で実気筒列空燃比が左右バンクで異なると判定されると、S195に進み、燃料流量を固定する。つまり、空燃比フィードバック制御を一時的に中断し、オープン制御とする。

【0094】S196では、実気筒列空燃比に基づいて、作動角が相対的に大きいリーン側気筒列を判定し、このリーン側気筒列に対し、作動角を所定の微少量だけ小さくする。具体的には、制御軸13を小作動角側へ所定の微少角度 ΔA だけ回転する。このS196について補足すると、図18のS174で補正を行う運転領域でIVCが下死点より進角した状態に限定しているため、リーン側の気筒列ではリッチ側の気筒列に比して吸気弁の作動角が相対的に大きいこととなる。

【0095】S199では、リッチ側(小作動角側)と判定された気筒列に対し、作動角を微少量だけ大きくする。具体的には、例えば制御軸13を大作動角へ所定の微少角度 ΔB だけ回転する。続くS197では、集合空燃比センサ58により検出される現在の集合部A/Fを読み込む。次いでS198では、S191で読み込まれた集合部A/Fとを比較する。つまり、S199(及びS196)における作動角の補正処理を行う前後の実集合空燃比が略等しくなるまで、S199が繰り返し実行され、小作動角側気筒列の段階的な大作動角化が行われる。このようにして、補正前後の実集合空燃比が略等しくなり、全体の空気重量が制御前と同等になったと判定されると、S198からS200へ進み、燃料流量の固定を解除して、S191へ戻る。このようなS191～S200の処理は、S194で左右バンクのA/Fがほぼ等しいと判定されるまで繰り返し行われる。S194で左右バンクのA/Fがほぼ等しいと判定されると、本ルーチンを終了する。なお、このS194では、左右バンク間の許容され得るA/F差を0.5としているが、これは、目標空燃比(理論空燃比)近傍での運転状態における約4%程度の空気量差であり、4気筒以上の内燃機関で常用される回転領域で安定度悪化が許容され得る最低限のばらつき幅となるからである。

【0096】また、S196で作動角が相対的に大きいリーン側気筒列の作動角を小作動角化した後に、S199で作動角が相対的に小さいリッチ側気筒列の作動角の大作動角化を行う順序とすることにより、補正時に作動角が過度に大きくなるおそれがなく、ピストンとバルブの干渉が確実に回避されたとともに、バルブオーバーラップの不用意な増加を防ぐことができる。

【0097】更に、S196で空気量を減少させた後、S198～S199で空気量を増加させているため、全体としての吸入空気量の変動が抑制され、補正時のトルク変動が抑制されるとともに、作動角に対する空気量変化の大きい小作動角時にもハンチング等をおこさずに的確に補正が行える。

【0098】加えて、空燃比フィードバック制御を一時的に中断して作動角の補正を行っているため、λコントロールに関わる補正分と、作動角の補正分との分離が容易に行え、燃費効果の確保と安定度の両立が図れる。

【0099】図20は、第5実施形態に係る作動角補正用のサブルーチンを示しており、このルーチンば、図17のS163で実行される。つまり、この第5実施形態では、S163で実行される作動角の補正用サブルーチンの内容が第4実施形態と異なっている。

【0100】S213では、S211、S212で得られる左右バンクの実気筒列空燃比と燃料量とに基づいて、左右バンクの空気重量が算出される。続くS214では、例えば図21に示すような予め記憶されている作動角-吸入空気量(又はA/F)のテーブルを読み込む。S215では、S213、S214で得られる左右バンクの空気重量とテーブルデータに基づいて、左右バンクの作動角の補正量 $\Delta \beta L$ 、 $\Delta \beta R$ (図21)が直接的に導かれ、これらの補正量 $\Delta \beta L$ 、 $\Delta \beta R$ に基づいて補正が実行される。具体的には、制御軸13の角度を変更する。

【0101】このように本実施形態では、第4実施形態に比して、テーブルデータを参照して迅速に作動角の補正を行うことができるため、補正期間が短縮され、補正時における燃費悪化や安定度の低下を十分に抑制することができる。

【0102】なお、本実施形態では、図21に示すように、回転数固定、油水温固定、水蒸気分圧等を一定とした作動角に対する吸入空気重量のテーブルデータを参照する構成としているが、補正を行う領域を広くしたい場合には、このようなテーブルデータに代えてマップデータを用いることもできる。また、大気圧、水蒸気分圧の影響を加味したい場合には、各々を計測する手段を吸気入口部に備え、補正を行えば良い。ただし、これらの補正は周知なものであるため、ここでは説明を省略する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1～第3実施形態に係る内燃機関の制御装置を示す概略構成図。

【図2】作動角調整機構を示す概略斜視図。

【図3】作動角調整用アクチュエータを示す構成図。

【図4】位相調整機構を示す断面对応図。

【図5】第1実施形態に係る制御の流れを示すタイミングチャート。

【図6】同じく制御の流れを示すタイミングチャート。

【図7】第1実施形態に係る制御の流れを示すフローチ

ャート。

【図8】図7のフローチャートの補正フラグ設定用サブルーチン。

【図9】図7のフローチャートの補正バンク設定用サブルーチン。

【図10】図7のフローチャートの作動角補正用サブルーチン。

【図11】第2実施形態に係る制御の流れを示すフローチャート。

【図12】第2実施形態に係る作動角-吸入空気量のテーブルデータを示す特性図。 10

【図13】第3実施形態に係る制御の流れを示すフローチャート。

【図14】燃料流量の補正制御の流れを示すフローチャート。

【図15】燃料噴射弁のパルス幅-燃料流量のテーブルデータを示す特性図。

【図16】本発明の第4、第5実施形態に係る内燃機関の制御装置を示す概略構成図。 *

*【図17】第4、第5実施形態に係る制御の流れを示すフローチャート。

【図18】図17のフローチャートの補正フラグ設定用サブルーチン。

【図19】第4実施形態に係る作動角の補正用サブルーチン。

【図20】第5実施形態に係る作動角の補正用サブルーチン。

【図21】第5実施形態に係る作動角-吸入空気量のテーブルデータを示す特性図。

【図22】一般的なV型内燃機関の構成図。

【図23】従来の課題を示す説明図。

【符号の説明】

10…作動角調整機構

20…位相調整機構

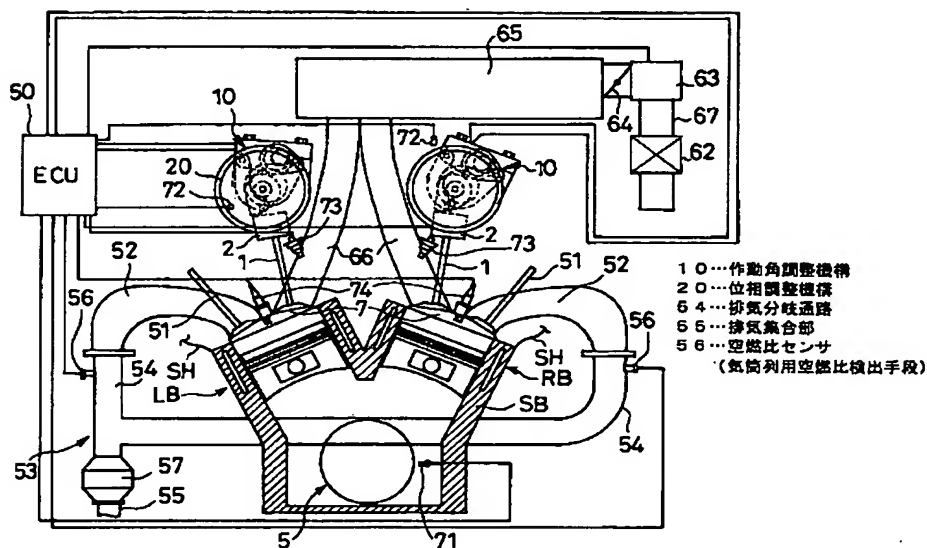
54…排気分岐通路

55…排気集合部

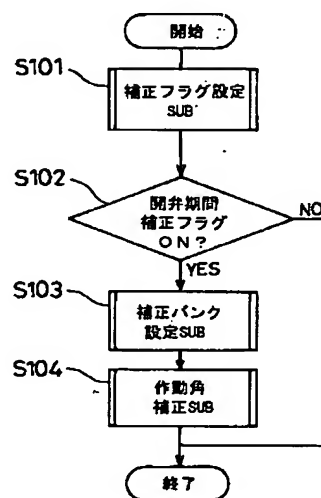
56…空燃比センサ（気筒列用空燃比検出手段）

58…集合空燃比センサ（集合空燃比検出手段）

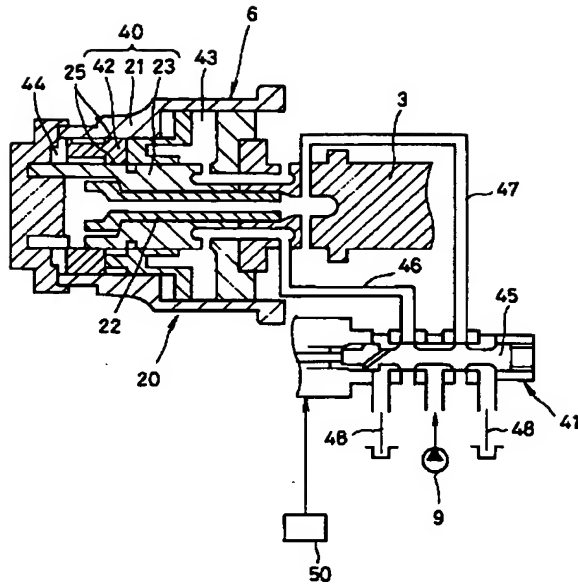
【図1】



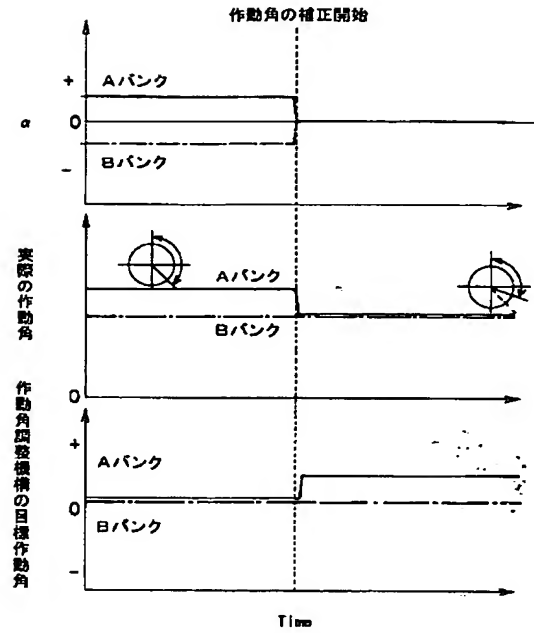
【図7】



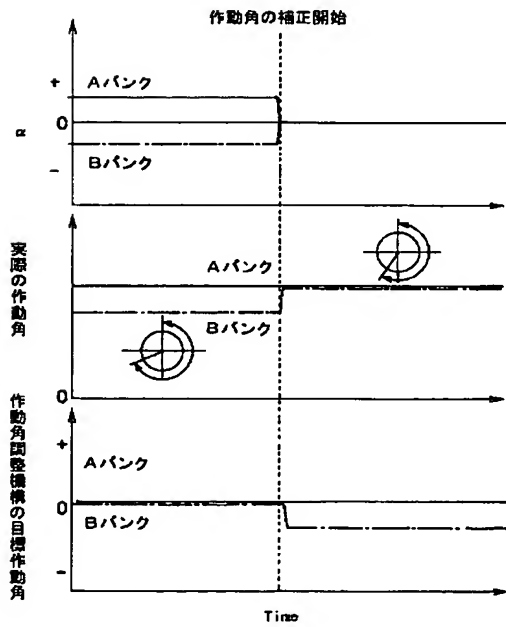
【図4】



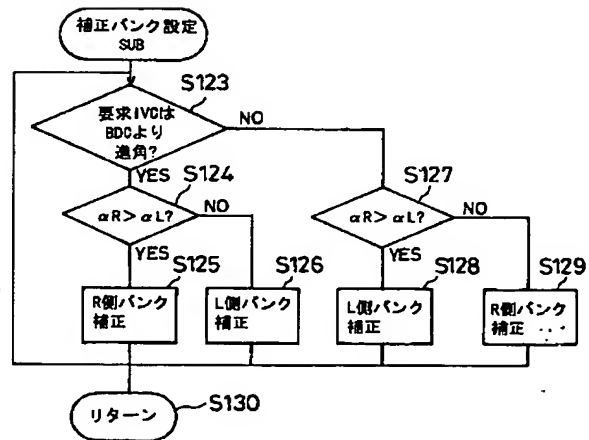
【図5】



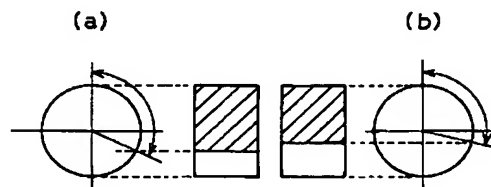
【図6】



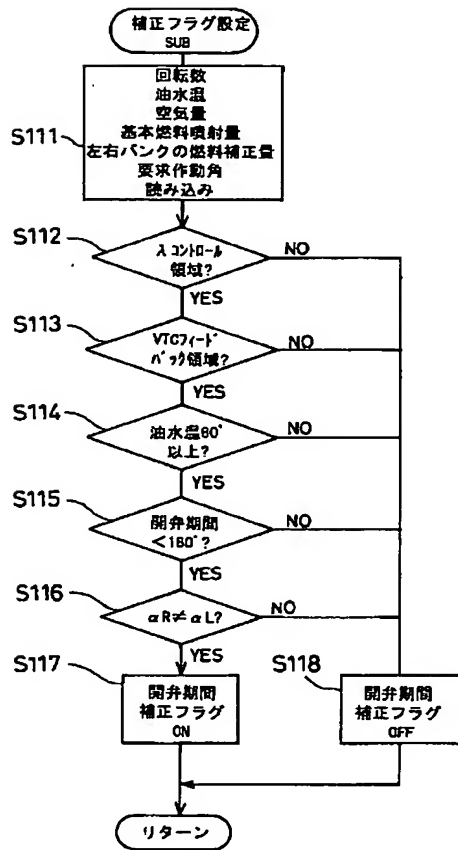
【図9】



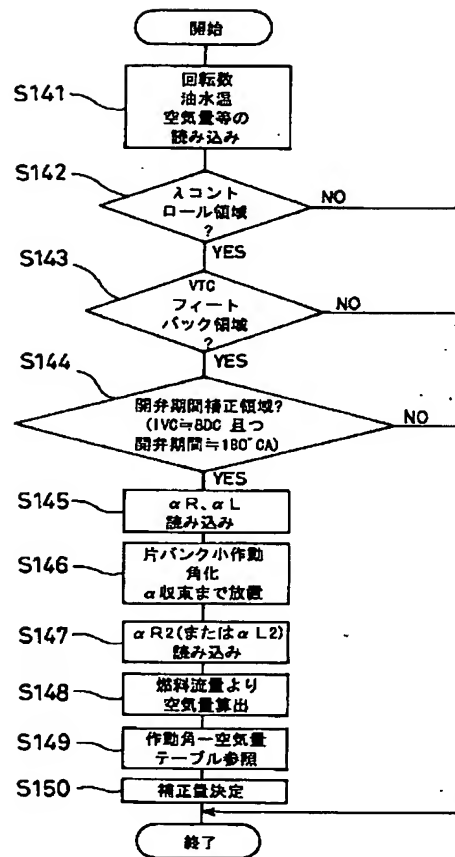
【図23】



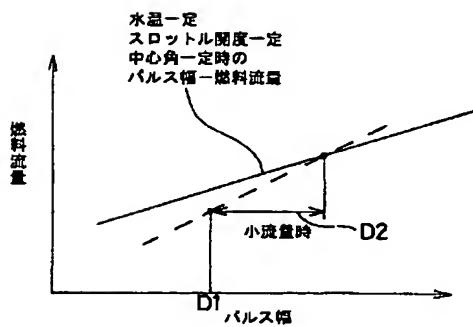
【図8】



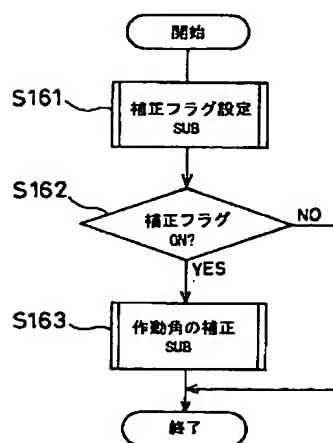
【図11】



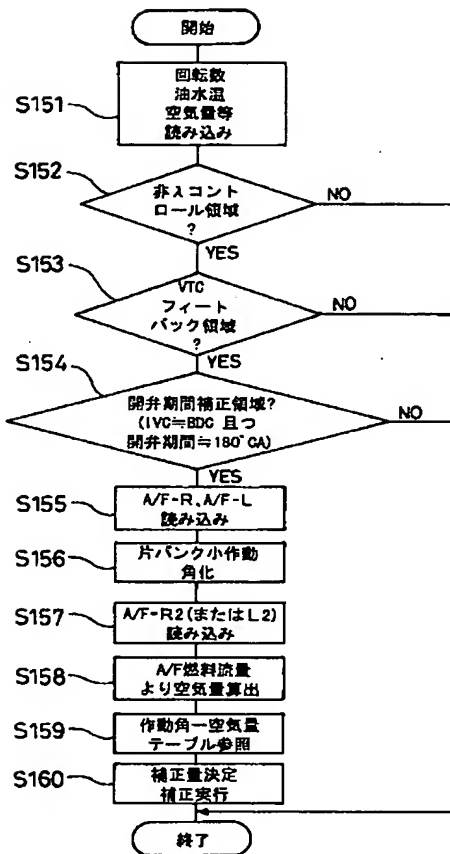
【図15】



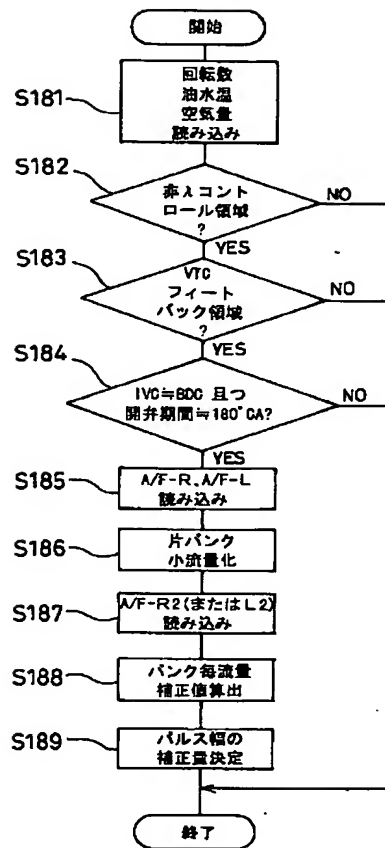
【図17】



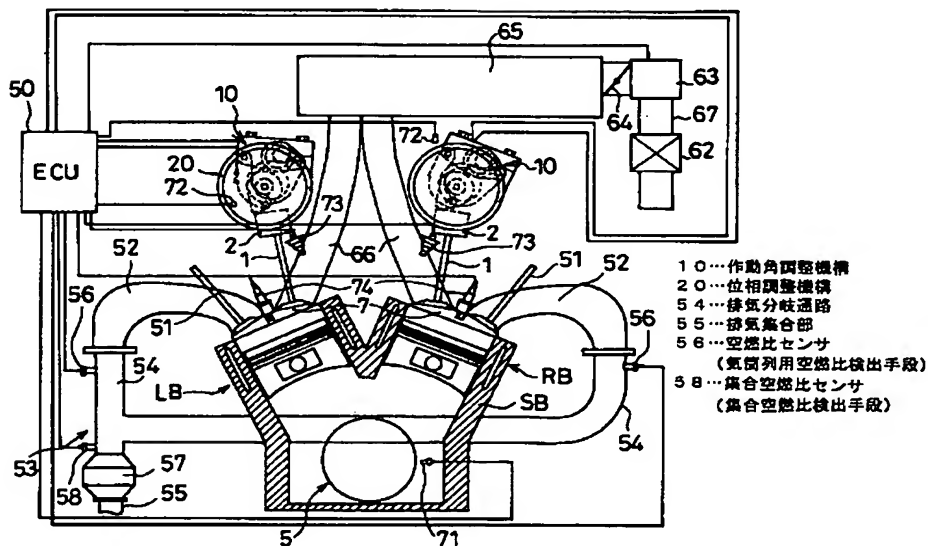
【図13】



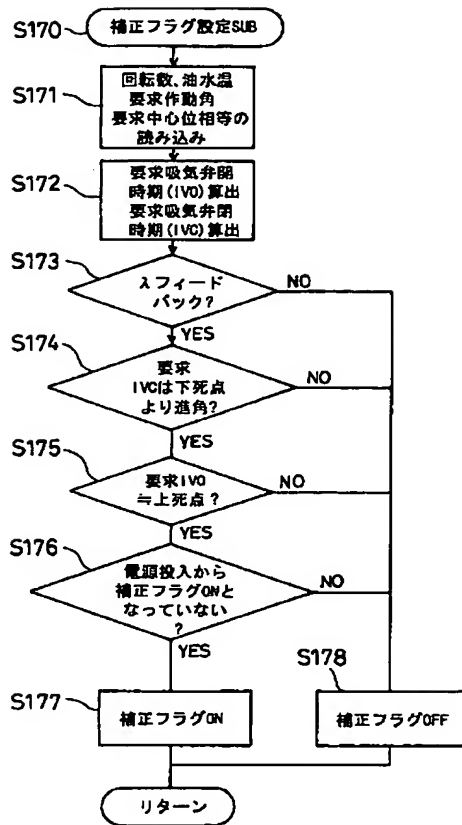
【図14】



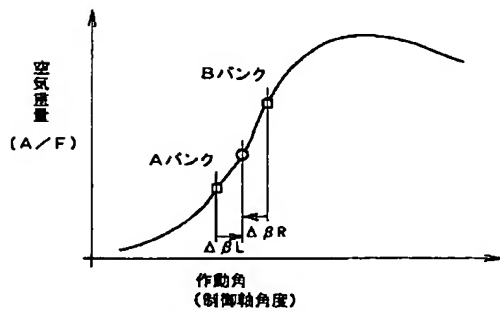
【図16】



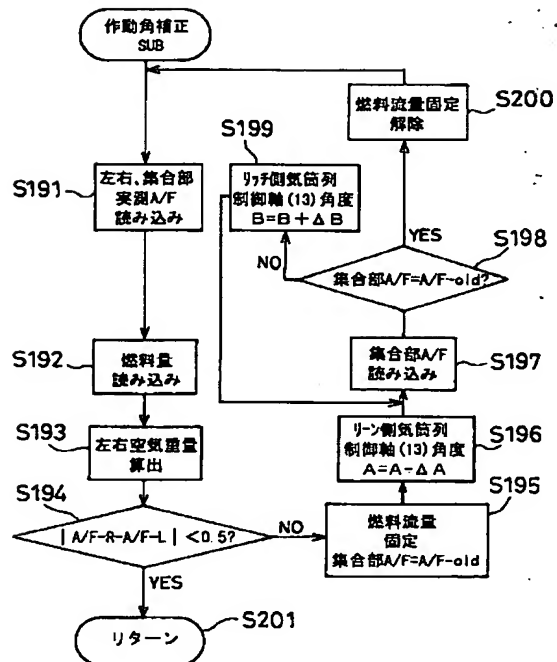
【図18】



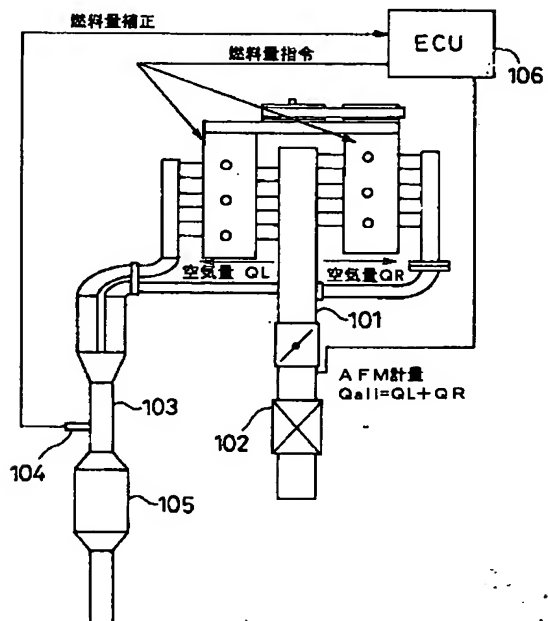
【図21】



【図19】



【図22】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	J
41/04	3 2 0	41/04	3 2 0
	3 3 0		3 3 0 Z
41/18		41/18	Z
43/00	3 0 1	43/00	3-0 1 E
			3 0 1 Z
45/00	3 0 1	45/00	3 0 1 C
	3 2 4		3 2 4
	3 6 8		3 6 8 G

(72)発明者 竹村 信一
 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
 自動車株式会社内
 (72)発明者 野原 常靖
 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
 自動車株式会社内

F ターム (参考) 3G018 AA07 AB05 BA17 BA34 CA05
 CA07 DA03 DA08 DA85 EA22
 EA25 EA26 FA01 FA06 FA07
 FA08 FA09 GA06 GA07
 3G084 AA03 BA09 BA13 BA23 DA04
 EB09 EB12 FA07 FA13 FA20
 FA29 FA33
 3G092 AA01 AA11 AA15 BA04 BB01
 DA01 DA05 DA10 DG05 EA02
 EA22 EC01 EC10 FA01 FA24
 FA50 HA13X HA13Z HB01X
 HD04Z HD05Z
 3G301 HA06 HA19 JA03 JA21 LA07
 MA01 MA12 NC04 ND02 PA01Z
 PB03Z PD02Z PE01Z PE10Z